وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
الفرع : علوم عامة

دورة سنة 2013 العادية

الأثنين 1 تموز 2013

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة ثلاث ساعات

الاسم:
الرقم:

<u>Cette épreuve est formée de quatre exercices répartis sur quatre pages numérotées de 1 à 4</u>
<u>L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé</u>

<u>Premier exercice</u>: (7 ½ points)

Vérification de la deuxième loi de Newton

On considère un plan incliné formant un angle $\alpha = 30^o$ avec le plan horizontal.

Un objet (S), supposé ponctuel et de masse m = 0,5 kg, est lancé de O le point le plus bas du plan, à la date $t_0 = 0$, avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\,\vec{i}$ suivant la ligne de plus grande pente (OB) du plan incliné. Soit A un point de (OB) tel que OA = 5 m (fig.1).

La position de (S), à la date t, est donnée par $\overrightarrow{OM} = x\vec{i}$ où x = f(t).

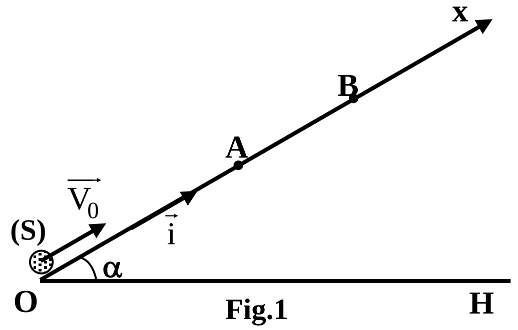


Fig.1

La variation de l'énergie mécanique du système [(S), Terre], en fonction de x, est représentée par le graphique de la figure 2.

Prendre :

- le plan horizontal passant par OH comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10 ms^{-2}$.

Fig.2

1) En utilisant le graphique de la figure 2 :

a) montrer que (S) est soumis à une force de frottement entre les points d'abscisses $x_0 = 0$ et $x_A = 5$ m ;

b) i) calculer la variation de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] entre les instants de passage de (S) par les points O et A ;

ii) déduire l'intensité de la force de frottement supposée constante entre O et A ;

c) déterminer, pour $0 \leq x \leq 5$ m**,** l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] en fonction de x ;

d) déterminer la vitesse de (S) au point d'abscisse x = 6m.

2) Soit v la valeur de la vitesse de (S) quand il passe par le point M d'abscisse x telle que $0 \leq x \leq 5$ m**.**

a) Déterminer la relation entre v et x.

b) Déduire que la valeur algébrique de l'accélération de (S) est $a = -9\ ms^{-2}$.

3) a) Déterminer les valeurs de la vitesse de (S) en O et en A.

b) Calculer la durée $\Delta t = t_A - t_0 = t$ de déplacement de (S) au cours de sa montée de O vers A, sachant que la valeur algébrique de la vitesse de (S) est donnée par : $v = at + v_0$.

c) Déterminer les quantités de mouvement $\vec{P}_O$ et $\vec{P}_A$ de (S), respectivement en O et en A.

4) Déterminer la résultante des forces extérieures $\sum \vec{F}_{ext}$ appliquées à (S).

5) Vérifier, d'après les résultats précédents, la deuxième loi de Newton, sachant que $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \frac{d\vec{P}}{dt}$.

<u>Deuxième exercice</u>: (7 ½ points)

Pendule de torsion

Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement d'un pendule de torsion dans trois situations différentes.

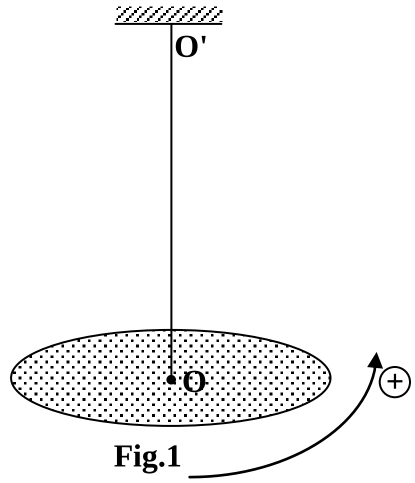


Fig.1

On considère un pendule de torsion constitué d'un disque homogène (D), de faible épaisseur, suspendu par son centre de gravité O à un fil de torsion vertical fixé à sa partie supérieure en un point O' (figure 1).

On donne :

- constante de torsion du fil $C = 0{,}16$ m.N/rad ;
- moment d'inertie du disque par rapport à l'axe OO' : $I = 25 \times 10^{-4}$ kg·m^2.

A) Oscillations libres non amorties

Le disque est dans sa position d'équilibre. On le tourne autour de OO' dans un sens choisi comme sens positif, d'un angle $\theta_m = 0{,}1$ rad (figure 1), puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$.

Prendre le plan horizontal passant par O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

À la date t, l'abscisse angulaire du disque est θ et sa vitesse angulaire $\theta' = \frac{d\theta}{dt}$.

1) Écrire l'expression de l'énergie mécanique E_m du système [pendule, Terre] en fonction de I, θ, C et θ'.

2) On suppose que les frottements sont négligeables.

a) Établir l'équation différentielle en θ qui régit le mouvement du disque.

b) L'équation horaire du mouvement du disque est de la forme : $\theta = \theta_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$. Déterminer ω_0 et ϕ.

c) Déterminer la vitesse angulaire du disque quand il passe pour la première fois par sa position d'équilibre.

B) Oscillations libres amorties

En réalité, le disque est soumis à une force de frottement dont le moment par rapport à OO' est $\mathcal{M} = -h\frac{d\theta}{dt}$ où h est une constante positive.

1) En appliquant au disque le théorème du moment cinétique, montrer que l'équation différentielle en θ, qui régit son mouvement s'écrit sous la forme : $\theta'' + \frac{h}{I}\theta' + \frac{C}{I}\theta = 0$.

2) Déterminer, en fonction de h et θ', l'expression $\frac{dE_m}{dt}$ (dérivée de l'énergie mécanique E_m par rapport au temps du système [pendule, Terre]). Déduire le sens de variation de E_m.

C) Oscillations forcées

Le pendule est au repos dans sa position d'équilibre. Un excitateur (E), couplé au disque, lui communique des excitations périodiques de pulsation ω_e réglable.

En faisant varier ω_e de (E), l'amplitude θ_m du mouvement du disque prend alors une valeur maximale 0,25 rad pour $\omega_e = \omega_r$.

1) Nommer le phénomène physique mis en évidence.

2) Indiquer la valeur approximative de ω_r.

3) Tracer l'allure de la courbe représentant la variation de l'amplitude θ_m en fonction de la pulsation ω_e.

Troisième exercice: (7 ½ points)

Détermination des caractéristiques d'un dipôle inconnu

Un dipôle électrique (D), de nature inconnue, peut être un conducteur ohmique R', une bobine d'inductance L et de résistance r ou un condensateur de capacité C. Pour déterminer sa nature et ses caractéristiques, on le branche en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω aux bornes d'un générateur G comme l'indique la figure 1. À l'aide d'un oscilloscope on peut mesurer la tension $u_g = u_{AM}$ aux bornes du générateur ainsi que la tension $u_R = u_{BM}$ aux bornes du conducteur ohmique.

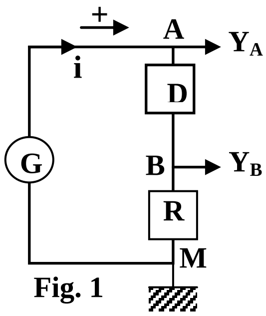


Fig. 1

A- Cas d'une tension continue

Le générateur G délivre une tension continue U_0. Sur l'écran de l'oscilloscope on observe les oscillogrammes de la figure 2.

1) Montrer que la tension U_0 = 12V.

2) **a)** Déterminer, dans le régime permanent, la valeur I de l'intensité du courant dans le circuit.

b) Déduire que (D) n'est pas un condensateur.

c) Déterminer la résistance du dipôle (D).

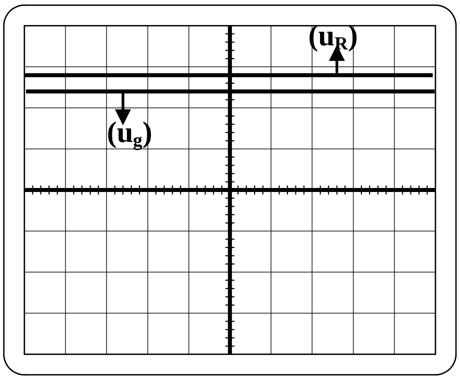


Fig.2 **Voie A: S_V = 5 V/div**
Voie B: S_V = 2 V/div

B- Cas d'une tension alternative

Le générateur G délivre maintenant une tension alternative sinusoïdale. Sur l'écran de l'oscilloscope on observe les oscillogrammes de la figure 3.

1) En se référant aux oscillogrammes de la figure 3, montrer que :

a) (D) est une bobine ;

b) l'oscillogramme (2) représente la variation de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.

2) La tension aux bornes du générateur est donnée par: $u_g = U_m\sin(\omega t)$. Déterminer U_m et ω.

3) Déterminer l'expression instantanée de l'intensité i en fonction du temps.

4) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t deux valeurs particulières, déterminer l'inductance L et la résistance r de (D).

5) Afin de vérifier les valeurs de L et de r de (D), on rajoute un condensateur de capacité C réglable en série au circuit précédent. Pour $C = 10^{-4}$ F, on obtient les oscillogrammes de la figure 4.

a) Nommer le phénomène observé.

b) Vérifier, en utilisant les oscillogrammes de la figure 4, les valeurs de L et de r.

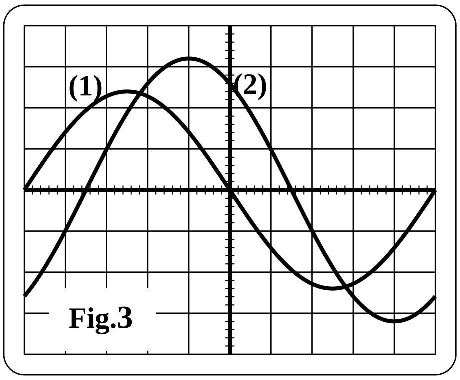


Fig.3

Voie A: S_V = 5 V/div
Voie B: S_V = 1 V/div
Sensibilité horizontale: S_h = 2 ms/div

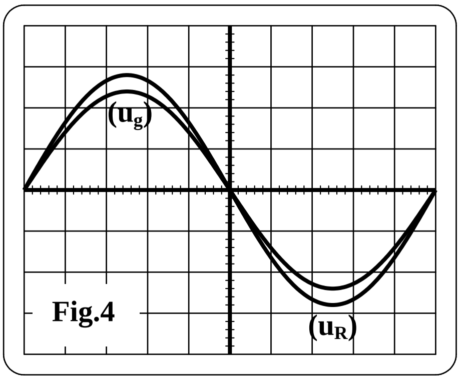


Fig.4

Voie A: S_V = 5 V/div
Voie B: S_V = 2 V/div
Sensibilité horizontale: S_h = 2 ms/div

<u>Quatrième exercice</u>: (7 ½ points)

Fission nucléaire

La fission nucléaire en chaîne, convenablement maîtrisée dans une centrale nucléaire, peut constituer une source d'énergie considérable pour produire de l'énergie électrique.

Données :

masses des noyaux : ${}^{235}_{92}U$ = 234,9934 u; ${}^{138}_{x}Ba$ = 137,8742 u; ${}^{y}_{36}Kr$ = 94,8871 u ;

masse molaire de ${}^{235}U$ = 235 g mol^{-1}; nombre d'Avogadro $N_A = 6{,}02.10^{23}$ mol^{-1} ;

m(${}^{1}_{0}n$) = 1,0087 u; 1 u = 931,5 MeV/c^2; 1 eV = 1,6.10^{-19} J.

A) Rendement d'une centrale nucléaire

Dans le réacteur d'une centrale nucléaire, on utilise l'uranium naturel enrichi en uranium 235. Le noyau d'uranium 235 capte un neutron thermique et se transforme en un noyau d'uranium 236 dans un état excité. La désexcitation de ce noyau s'accompagne de l'émission d'un photon γ d'énergie égale à 20 MeV.

1) a) Compléter la réaction suivante : ${}^{236}_{92}U^{*} \rightarrow \ ..... \ + \ \gamma$.

b) Indiquer la valeur de l'excès d'énergie que possède un noyau d'uranium 236 dans l'état excité considéré.

2) L'uranium obtenu se scinde ensuite, d'une façon instantanée, produisant ainsi deux nucléides, appelés fragments de la fission, avec l'émission de quelques neutrons et d'un photon γ selon la réaction-bilan suivante :

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{138}_{x}Ba + {}^{y}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n + \gamma$$

Déterminer :

a) x et y ;

b) en Mev, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 ;

c) l'énergie libérée par la fission de 1 g d'uranium 235 ;

d) le rendement de la centrale nucléaire, sachant qu'elle fournit une puissance électrique de 800 MW et consomme 2,8 kg d'uranium 235 par jour.

B) Réaction en chaîne

L'énergie cinétique d'un neutron, susceptible de provoquer la fission d'un noyau d'uranium 235, doit être de l'ordre de 0,04 eV.

On suppose que les neutrons émis lors de la fission possèdent la même énergie cinétique.

1) La somme des énergies cinétiques des fragments (Kr et Ba) est évaluée à 174 MeV et l'énergie du photon γ émis est E_γ = 20 MeV.

a) Montrer, en utilisant la conservation de l'énergie totale, que l'énergie cinétique d'un neutron émis lors de cette fission vaut 2 MeV.

b) Déduire que les neutrons émis ne provoquent pas des réactions de fission de l'Uranium 235.

2) Pour produire une fission avec un neutron émis, il faut le ralentir par collision avec des atomes de carbones 12 dans des blocs de graphite. On suppose que chaque collision entre un neutron et un atome de carbone est parfaitement élastique et que les vecteurs vitesses, avant et après le choc, sont colinéaires.

Prendre : m (${}^{1}_{0}n$) = 1 u et m (${}^{12}C$) = 12 u.

a) On désigne par $\vec{V}_0$ la vitesse de chaque neutron émis lors de la fission, et par $\vec{V}_1$ sa vitesse juste après son premier choc avec un atome de carbone 12 supposé initialement au repos.

Montrer que $\left|\frac{V_1}{V_0}\right| = k = \frac{11}{13}$.

b) i) Montrer que le rapport des énergies cinétiques du neutron après et avant le premier choc, est $\frac{Ec_1}{Ec_0} = k^2$.

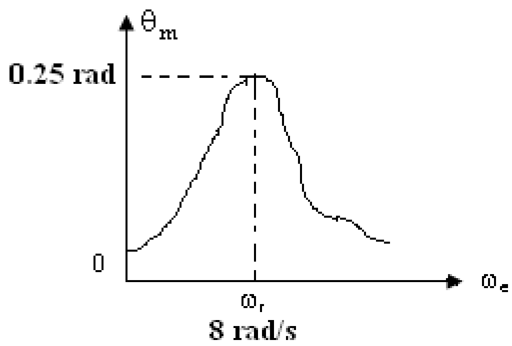
ii) Déterminer le nombre de chocs nécessaires, entre un neutron émis et des atomes de carbone 12 au repos, pour que l'énergie cinétique du neutron soit réduite à 0,04 eV.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة	
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ثلاث ساعات	الاسم: الرقم:

Premier exercice (7 ½ points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1.a	car l'énergie mécanique de (S) diminue le long de cette partie.	**0.25**
1.b.i	$\Delta E_m = E_{mf} - E_{mi} = 15 - 25 = -10$ J.	**0.50**
1.b.ii	$\Delta Em = W(\vec{f}) = -fx \Rightarrow f = \frac{10}{5} = 2$ N.	**0.75**
1.c	$E_m = ax + b$; pour $x = 0 \Rightarrow E_m = 25$ J $\Rightarrow b = 25$ J et $a = \frac{\Delta E_m}{\Delta x} = \frac{-10}{5} = -2$ J/m $\Rightarrow E_m = -2x + 25$.(E_m en J ; x en m)	**1.00**
1.c	Pour x = 6m, Em = 15J $\Rightarrow$ mgxsinα +1/2 $mv^2=15 \Rightarrow v = 0$ m/s	**0.50**
2.a	$E_m = \frac{1}{2}mV^2 + mgx\sin\alpha = -2x + 25$ $\Rightarrow 0{,}25\ V^2 + 4{,}5\ x - 25 = 0$.	**0.75**
2.b	On dérive par rapport à t : $\Rightarrow$ 0,5V a + 4,5 V = 0 $\Rightarrow$ a = - 9 ms^{-2}.	**0.50**
3.a	Vitesse en O: $(E_{PP})_O = 0$; $E_m = 25 = \frac{1}{2}mV_0^2 \Rightarrow V_0 = 10\ ms^{-1}$. Vitesse en A : $E_m = \frac{1}{2}mV_A^2 + mgx_A\sin\alpha = 15$ $\Rightarrow V_A = \sqrt{10} = 3{,}16\ ms^{-1}$.	**0.75**
3.b	$v = at + v_0 \Rightarrow \Delta t = t = \frac{3{,}16 - 10}{-9} = 0{,}76$s.	**0.50**
3.c	$\vec{P}_0 = m\vec{V}_0 \Rightarrow P_0 = 0{,}5 \times 10 = 5\ kgms^{-1}$. $\vec{P}_A = m\vec{V}_A \Rightarrow P_A = 0{,}5 \times 3{,}16 = 1{,}58\ kgms^{-1}$	**0.50**
4	$\sum \vec{F}_{ext.} = \vec{p}_y + \vec{N} + \vec{p}_x + \vec{f}$; Or $\vec{p}_y + \vec{N} = \vec{0}$ (pas de mouvement suivant l'axe des y) $\sum \vec{F}_{ext.} = \vec{p}_x + \vec{f} = (-mg\sin\alpha - f)\ \vec{i} = -4{,}5\ \vec{i}$.	**0.75**
5	$\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \frac{1{,}58 - 5}{0{,}76}\vec{i} = -4{,}5\ \vec{i}$. d'où: $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \sum \vec{F}_{ext}$	**0.75**

Deuxième exercice (7 ½ points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1	$E_m = E_{PP} + E_C + E_{Pe} = 0 + ½\, I\,\theta'^2 + ½\, C\,\theta^2$.	**0.75**
A-2.a	$\frac{dE_m}{dt} = 0 = I\dot{\theta}\ddot{\theta} + C\theta\dot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{C}{I}\theta = 0$.	**0.75**
A-2.b	$\theta = \theta_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$; $\theta' = \omega_0\theta_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$; $\theta'' = -\omega_0^2\theta_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ $\ddot{\theta} + \frac{C}{I}\theta = 0$ en remplaçant θ'' et θ dans l'équation différentielle on obtient $\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{I}} = 8$ rad/s Pour $t_0 = 0$, $\theta = \theta m \sin\varphi = \theta_m \Rightarrow \sin\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$ rad.	**2**
A-2.c	Lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre θ = 0 ⇒ $\sin(\omega_0 t + \varphi) = 0 \Rightarrow \cos(\omega_0 t + \varphi) = \pm 1 \Rightarrow \theta' = \pm\, \omega_0\theta_m$ Il passe pour la première fois dans le sens négatif ⇒ $\theta'_0 = -\,\omega_0\theta_m = -0.8$ rad/s	**1**
B-1	$\frac{d\sigma}{dt} = \sum M \Rightarrow I\ddot{\theta} = -C\theta - h\dot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{h}{I}\dot{\theta} + \frac{C}{I}\theta = 0$.	**0.75**
B-2	$\frac{dE_m}{dt} = I\dot{\theta}\ddot{\theta} + C\theta\dot{\theta}$; on remplace $\ddot{\theta}$ dans cette expression, on obtient : $\frac{dE_m}{dt} = I\dot{\theta}(-\frac{h}{I}\dot{\theta} - \frac{C}{I}\theta) + C\theta\dot{\theta} = -h\dot{\theta}^2$. $\frac{dE_m}{dt} < 0 \Rightarrow E_m$ diminue avec le temps.	**1.25**
C-1	La résonance	**0.25**
C-2	pour $\omega_e = \omega_r = \omega_0 = 8$ rad/s.	**0.25**
C-3		**0.5**

Troisième exercice (7 ½ points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	La tension : U_0 = 5 V/div×2,4 div = 12 V.	**0.50**
A.2.a	$u_R = RI$, u_R = 2 V/div×2,8 div = 5,6 V $\Rightarrow$ I = 5,6/10 = 0,56 A.	**0.50**
A.2.b	Ce résultat nous permet d'éliminer le condensateur puisqu'en régime permanent, il y a passage de courant dans le circuit.	**0.50**
A.2.c	Sous une tension continue, une bobine se comporte dans l'état permanent comme un conducteur ohmique. Ainsi, si (D) est une bobine ou un conducteur ohmique, on peut déterminer la résistance x de (D). $U_g = (R+x)I \Rightarrow R + x = 12/0,56 = 21,43\ \Omega$. Ainsi $x = 21,43 - 10 = 11,43\ \Omega$.	**0.75**
B.1.a	(D) ne peut pas être un conducteur ohmique car il y a une différence de phase entre u_g et u_R.	**0.25**
B.1.b	Puisque (D) est une bobine, le courant i doit être en retard de phase, et par conséquence u_R par rapport à u_g. L'oscillogramme (2) représente alors les variations de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.	**0.50**
B.2	U_m = 5V/div×2,4 div = 12 V, et $\omega = 2\pi/T$; $T = S_h \times x$ = 2ms/div×10 div = 20 ms . $\Rightarrow \omega = 100\pi$ rd/s ou 314,16 rd/s $u_g = 12\sin(100\pi t)$.	**0.75**
B.3	$I_m = U_m(R)/R$ = 1 V/div×3,2 div/10 = 0,32 A et $\varphi = 2\pi\times1,5/10$; $\varphi = 0,3\pi = 0,94$ rd. $i = 0,32\sin(\omega t - 0,94)$.	**0.75**
B.4	Ainsi $u_{bob} = L\frac{di}{dt} + ri$ $u_{bob} = L\times100\pi\times0,32\cos(\omega t-0,3\pi) + 0,32\ r\sin(\omega t - 0,3\pi)$. Ainsi $u_g = 12\sin(\omega t) = L\times100,5\cos(\omega t - 0,3\pi) + (R+r)0,32\sin(\omega t - 0,3\pi)$. Pour $\omega t = 0$: $0 = 100,5\ L\cos(0,3\pi) - (R+r)0,32\sin(0,3\pi)$ $59,1\ L - 0,259(R+r) = 0 \Rightarrow L = 0,0044\ (R+r)$ Pour $\omega t = \pi/2$: $12 = 100,5L\cos(0,2\pi)+0,32(R+r)\sin(0,2\pi)$ $12 = 81,30L + 0,188(R+r) = (0,358 + 0,188)(R+r) = 0,546\ (R+r)$ $\Rightarrow R+r = 12/0,546 = 21,97\ \Omega$ et par suite $r = 11,97\ \Omega$. $L = 0,0044\times21,97 = 0,097$ H.	**2.00**
B.5.a	On observe le phénomène de résonance d'intensité	**0.25**
B.5.b	À la résonance, $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ = 20 ms = 2×10^{-2} s $\Rightarrow 10^{-4} = \pi^2 LC = \pi^2 L\times10^{-4} \Rightarrow L = 0,1$ H À la résonance: $U_m(G) = 12\ V = (R+r)I_m$, $U_m(R)$ = 2V/div×2,8 = 5,6 V = $RI_m \Rightarrow I_m = 0,56$ A Soit $R+r = 12/0,56 = 21,43\ \Omega \Rightarrow r = 11,43\ \Omega$.	**0.75**

Quatrième exercice (7 ½ points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	${}^{236}_{92}U^* \rightarrow {}^{236}_{92}U + \gamma$	0.25
A.1.b	L'excès d'énergie est 20 MeV	0.25
A.2.a	Conservation du nombre de masse : 1 + 235 = 138 + A + 3 $\Rightarrow$ A = 95. Conservation du nombre de charge : 92 = Z + 36 $\Rightarrow$ Z = 56	0.75
A.2.b	$\Delta m = 1{,}0087 + 234{,}9934 - 137{,}8742 - 94{,}8871 - 3\times 1{,}0087 = 0{,}2147$ u $E = \Delta m\, c^2$; Alors $E = 0{,}2147\times 931{,}5$ MeV/$c^2 \times c^2 = 199{,}99 \approx 200$ MeV.	1.00
A.2.c	Nombre des noyaux contenus dans 1 g d'uranium 235 : $n = \frac{m}{M}N = \frac{1}{235}6{,}02\times 10^{23} = 2{,}56\times 10^{21}$ noyaux L'énergie nucléaire libérée par 1 g: $2{,}56\times 10^{21}\times 200\times 1{,}6\times 10^{-13} = 8{,}19\times 10^{10}$ J.	1.25
A.2.d	L'énergie nucléaire libérée par jour : $2800\times 8{,}19\times 10^{10} = 2{,}29\times 10^{14}$ J. L'énergie électrique fournie par jour : $8\times 10^{8}\times 24\times 3600 = 6{,}91\times 10^{13}$ J Rendement de la centrale : $\frac{6{,}91\times 10^{13}}{2{,}29\times 10^{14}} = 0{,}30$ c.à.d 30%..	0.75
B.1-a	$m({}^1_0n)\cdot c^2 + E_C({}^1_0n) + m({}^{235}U) + E_C({}^{235}U)$ $= m(B_a).c^2 + E_C(B_a) + m(K_r)\cdot c^2 + Ec(K_r) + 3m({}^1_0n)\cdot c^2 +$ $3E_C({}^1_0n)_{émis} + E(\gamma)$ $\Rightarrow E_{libérée} = E_C(Ba) + E_C(K_r) + 3E_C({}^1_0n)_{émis} + E(\gamma) - E_C({}^1_0n)_{incident}$ $\Rightarrow E_C({}^1_0n)_{émis} = \frac{200-174-20+0.04}{3} = 2$ MeV.	1.00
B.1-b	Car ce n'est pas un neutron thermique	0.25
B.2.a	Conservation de la quantité de mouvement: $m_1\vec{V}_0 = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2$ projection $\Rightarrow m_1(V_0 - V_1) = m_2V_2$ (1) La collision est élastique, alors $\frac{1}{2}m_1V_0^2 = \frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2$; $\Rightarrow m_1(V_0^2 - V_1^2) = m_2V_2^2$ (2) $\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow V_0 + V_1 = V_2$ (3) ; (1) et (3) $\Rightarrow V_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}V_0$; $\Rightarrow \left\|\frac{V_1}{V_0}\right\| = \left\|\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right\| = \frac{11}{13} = k$	1.25
B.2.b.i	$\frac{E_{C1}}{E_{C0}} = \frac{V_1^2}{V_0^2} = k^2$, après le premier choc,	0.25
B.2.b.ii	après le deuxième choc : $\frac{E_{C2}}{E_{C1}} = k^2 \Rightarrow \frac{E_{C2}}{E_{C0}} = (k^2)^2 = k^4$ On démontre par récurrence que: $\frac{E_{Cn}}{E_{C0}} = k^{2n} \Rightarrow \frac{0{,}04}{2.10^6} = k^{2n}$ $\rightarrow\Rightarrow n = \frac{1}{2}\left(\frac{\ln 2.\ 10^{-8}}{\ln \frac{11}{13}}\right) = 53$ chocs	0.50

5